Aus der Chirurgischen Universitätsklinik in Marburg.
Direktor: Professor Dr. R. Klapp.

Bedeutung und Methodik der Zwillingsforschung und Ergebnis einer Untersuchung eines Paares eineiiger Zwillinge.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
der Hohen Medizinischen Fakultät der Universität zu Marburg

vorgelegt von

Gisela Sallmann
aus Koblenz

Marburg 1935.

Buchdruckerei Ludwig Begach, Berlin N 54

Angenommen von der Medizinischen Fakultät Marburg
am 1. Februar 1935.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.

Referent: Professor Dr. H. Boeminghaus.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen Eltern!

Disposition.

I. Die Bedeutung der Zwillingsforschung für die Erbbiologie und Erbpathologie unter Anführung einiger Ergebnisse aus der Zwillingspathologie.

II. Das Material, nach seiner Beschaffenheit und der Schwierigkeit seiner Beschaffung.

a) Häufigkeit der Zwillingsgeburten.

b) Frage der Vererbbarkeit bei der Neigung zu Zwillingsgeburten.

c) Lebensaussichten der Zwillinge.

d) Entstehung von Z. Z. und E. Z.

e) Eiigkeitsdiagnose.

III. Spezielle Methodik der Untersuchung an Hand eines Beispiels und deren Ergebnisse.

Schlußbemerkung.

I. Teil.

In der menschlichen Erbforschung spielt die Zwillingsbiologie und -pathologie eine ganz besondere Rolle. Es handelt sich hier um ein relativ junges Forschungsgebiet, das, nachdem man einmal die grundlegende Bedeutung erkannt hatte, rasch ausgebaut wurde, und noch heute ständig wird. Bahnbrechend war auf diesem Gebiet Galton, der sich als erster in methodischer Weise mit Zwillingsforschung befaßt hat. Vor ihm, seit Beginn des 19. Jahrhunderts, waren einzelne interessante Befunde ganz ohne Zusammenhang hier und da veröffentlicht worden. Galton dehnte seine Untersuchungen sogar bereits auf Betrachtungen geistiger und charakterologischer Eigenschaften aus. Ihm folgten Thorndike, Wilder, Newman. Von Johannsen stammen die ersten Serienuntersuchungen, die dann in großem Stil von Siemens, Weitz, v. Verschuer, Lottig, Lange, Luxemburger u. a. ausgeführt wurden.

Allgemein ist die Erforschung der Erblichkeit menschlicher Eigenschaften ungleich schwieriger als die entsprechenden Arbeiten auf botanischem und zoologischem Gebiet. Die Vererbungslehre fußt auf den Kreuzungsexperimenten Mendels; Eugen Fischer hat den Mendelismus auf die menschliche Erbbiologie übertragen. Mit Menschen kann man aber keine Vererbungsexperimente anstellen. Die Natur stellt hier den Vererbungsforscher vor eine Fülle wahlloser Experimente, seine Aufgabe ist es nun, aus dem gegebenen Material nachträglich die Kreuzungen in methodischer Weise herauszusuchen. Die Art der Materialbeschaffung ist somit verschieden und schwieriger, die Methode bleibt stets die gleiche und besteht darin, Vorkommen und Häufigkeit eines bestimmten Merkmales innerhalb bestimmter Gruppen verwandter Individuen zu untersuchen. An die Stelle des Kreuzungsexperimentes treten rassen-, familien- und zwillingsbiologische Ergebnisse, und, was den Mediziner speziell in seiner praktischen Auswirkung noch weit mehr interessiert, die rassen-, familien- und zwillingspathologischen Untersuchungen. Was für den Phyto- und Zoogenetiker die Züchtung reiner Linien bedeutet, ist für die menschliche Erbforschung das Vorkommen eineiiger Zwillinge, ein Analogon zur vegetativen Vermehrung, während die genealogische Forschung das Kreuzungsexperiment ersetzt. Deshalb nimmt die Zwillingsforschung eine gleichberechtigte Stellung neben der Familienforschung ein, ja sie ist ihr sogar in vielen Punkten überlegen. Die Familienpathologie gibt uns wichtige Aufschlüsse über die Vererbbarkeit eines Leidens, über die Natur krankhafter Erbanlagen (Dominanz, Rezessivität, Polyphänie), es läßt sich aber auf diesem Wege nie mit Sicherheit die Erblichkeit eines Leidens ausschließen. Die

Familienforschung ist viel älteren Datums als die Zwillingsforschung, an ihr waren außer den Vererbungsforschern die Genealogen, Historiker, Sozialpsychologen und Kriminalisten interessiert, die alle ihr Teil zur Förderung beitrugen.

Wir haben es bei E. Z. mit Individuen von genau der gleichen Erbmasse zu tun. Ob allerdings die Teilung der Embryonalanlage, die zur Entstehung identischer Zwillinge führt, mathematisch genau eine Aequationsteilung darstellt, wissen wir bis heute nicht. Die Möglichkeit, daß ein geringer Unterschied im Chromosomenbestand vorhanden ist, bleibt theoretisch nicht ausgeschlossen. Auch könnte neben der ungleichen Teilung eine nachträgliche Aenderung der Erbmasse (Idiokinese) stattfinden, praktisch brauchen wir aber nicht damit zu rechnen, bis heute sind derartige Beobachtungen beim Menschen nicht gemacht worden. Der Genotypus ist also bei E. Z., (Zweieiige Zwillinge sind sich nicht ähnlicher als gewöhnliche Geschwister auch und werden nur zu vergleichenden Zwecken herangezogen) genau der gleiche, sie gehören zum gleichen „Biotypus". Der Phänotypus wird aber nicht allein bedingt von dem Genotypus, es wirken außerdem mit die parakinetischen Faktoren, die Peristase. Umwelt und Erbwelt bilden gewissermaßen ein Kräfteparallelogramm, der Phänotypus stellt die Resultante dar. Wenig modifizierbare Eigenschaften (Haarfarbe, Haarform, Augenfarbe . . .) werden als Testmerkmale für die Diagnose der Eiigkeit verwandt, sie manifestieren die genische Uebereinstimmung. Umweltbedingte Faktoren schaffen die Unähnlichkeiten; Gleichheit und Ungleichheit haben sich bei den E. Z. zu einem Typus von Aehnlichkeit vereinigt, der von gesetzmäßiger Eigenart ist.

Die Zwillingsforschung beruht auf folgenden Grundtatsachen:

1. der Erbgleichheit der E. Z.
2. der sicheren Diagnose der Eineiigkeit
3. der Voraussetzung, daß keine Idiovariation, keine Auswirkung einer Paraphorie vorliegt,

also keine Fehlerquelle im Material vorhanden ist. Dabei ist der Vorteil vorhanden, daß die Untersuchung die gleiche Altersstufe erfaßt. Ob es sich nun um physiologische oder pathologische Merkmale handelt, bleibt sich grundsätzlich gleich. Praktisch wichtiger, namentlich für den Mediziner, ist aber die Erforschung pathologischer Merkmale. Diese treten seltener auf als normale Merkmale, deshalb ist bei ihnen auch eine rein zufällige Häufung in weit geringerem Maße anzunehmen, und die Befunde sind eindeutiger zu verwerten.

Konkordanz allgemein sagt etwas aus über das eigentliche Substrat des Idiotypus. Wenn auch die E. Z. in Einzelheiten des Lebensganges, in Zufälligkeiten und Ausgestaltungen von Krankheitsbildern divergieren können, in der großen Linie ihrer Entwicklung stimmen sie überein, wie wir es auf Grund der Identität der Erbmasse erwarten. Konkordanz speziell in einem einzelnen Merkmal spricht aber nicht unbedingt für Erblichkeit. Die Ursache der gleichen phänotypischen Erscheinung kann in den gleichen Umweltbedingungen liegen,

wie es z. B. bei den Infektionskrankheiten der Fall ist. Können wir aber Infektiosität für ein Leiden ausschließen, so spricht das gemeinsame Vorkommen allerdings schon mit großer Wahrscheinlichkeit für Erblichkeit. Bei einem seltenen Leiden genügen wenige, oder nur ein Beispiel als Beweis. Kommt die Krankheit häufiger vor, muß man entsprechend größeres Material untersucht haben. Wie weit es sich um Manifestationen der gleichen Erbmasse handelt, zeigen die Beispiele am schönsten, bei denen die Zwillinge frühzeitig unter vollständig differente Umweltbedingungen gestellt wurden. So beschreibt Herfeld eine maniakalische Psychose bei Zwillingsbrüdern, die, ungefähr im gleichen Alter ausbrechend, die gleichen Symptome bietet. Die einzelnen Anfälle wiederholten sich in allerdings verschiedenen Zeitabschnitten, nahmen dabei bei beiden in gleicher Weise an Intensität zu. Die Brüder lebten an verschiedenen Orten in verschiedenen Berufen.

Ein anderer Fall, den Herfeld beschreibt, liegt insofern etwas anders, als die Melancholie bei 2 Zwillingsschwestern durch die gleiche äußere Ursache ausgelöst wurde (Trennung aus dem Elternhaus). Die Psychose zeigte vollkommen übereinstimmenden Verlauf und dauerte gleich lang.

Herrmann beschreibt einen Fall von genuiner Epilepsie bei 16-jährigen Brüdern. Der Beginn der Erkrankung fiel bei beiden in die Pubertät, die vorangehende Aura bestand in der gleichen déviation conjugée. Anfänglich traten bei beiden nur leichte Anfälle auf in Form von kurzdauernden Ohnmachten, später, in immer kürzer werdenden Zwischenräumen, große epileptische Anfälle in gleicher Weise. Zur Aetiologie der Tumorbildung bringt Burkhardt einen Fall von gleichzeitiger und gleichartiger Geschwulstbildung bei Zwillingsschwestern. Die Lokalisation in der linken Mamma variierte um $1^1/_2$ Querfinger. Der Tumor hatte bei beiden Walnußgröße. Anatomisch-pathologisch handelte es sich um ein peri- und intrakanalikuläres Fibroadenom. Die Anlage der Geschwulstbildung ist hier, wenn nicht unbedingt erblich, so doch mindestens foetal angelegt und beweist, wenigstens für diesen einen Fall, die Cohnheim'sche Theorie der foetalen Geschwulstanlage.

Auf dem Gebiet der Ophthalmologie hat Wiegmann einen Fall von Membrana pupillaris veröffentlicht. Von der Geburt an bemerkte die Mutter der Kinder vor der Pupille der entsprechenden Augen eine weiße Haut in Form eines runden Ringes von 1.5 mm Durchmesser. Bei beiden Kindern bestand bei den kranken, rechten Augen eine Hyperopie von 3 D, die linken zeigten den gleichen Grad von Strabismus convergens. Für diesen Fall war die Eiigkeit nicht festzustellen, die Kinder sahen sich aber auffallend ähnlich.

Münch stellte bei 2 Paaren identischer Zwillinge Anisometropie fest mit charakteristischer „Antisymmetrie", d. h. der eine Zwilling ist das Spiegelbild des andern. Bei dem 1. Paar, 76-jährigen Brüdern, war das eine Auge leicht, das andere hochgradig myopisch und

amblyopisch. Die Spiegeluntersuchung ergab bei beiden antisymmetrischen Augen ein größeres, hinteres Staphylom. Das 2. Paar, 12-jährige Schwestern, zeigte einen ähnlichen Befund mit etwas geringerem Refraktionsunterschied. — Diese Befunde sprechen nicht nur, wie auch die vorher angeführten Beispiele, mit großer Wahrscheinlichkeit für Erblichkeit, sondern sind auch noch nach 2 Richtungen hin außerdem bemerkenswert: 1. für die Entwicklungsmechanik als Beispiel der Spiegelbildsymmetrie und 2. für die Tatsache, daß Anisometropie keine Erwerbung durch äußere Ursachen zu sein braucht.

Auf sämtlichen Spezialgebieten der Medizin liegen ähnliche Forschungsergebnisse, z. T. auch Zufallsbefunde, vor, auf die nur kurz hingewiesen sei, als Beispiel dafür, daß die Konkordanz bei seltenen Leiden schon für den Einzelfall für Vererbbarkeit spricht. So wurden bei identischen Zwillingen übereinstimmend gefunden: Situs inversus totalis, schwere Skelettmißbildungen mit Mikromelie und gleichartigem Röntgenbefund, angeborener Gaumendefekt mit gleich mangelhafter psychischer Entwicklung, Verknöcherung der großen Fontanelle, Adenocarcinom mit Myom autoptisch kontrolliert. Die Beispiele ließen sich beliebig weit fortsetzen.

Es gibt erbliche Merkmale, die nicht von einer Anlage, sondern von vielen gleichzeitig abhängig sind, man spricht von Polyidie. Bei solchen komplizierten Erbverhältnissen fehlt in den meisten Fällen eine deutliche familiäre Häufung, erst das konkordante Verhalten identischer Zwillinge hat das seltene Auftreten, trotz der Vererbbarkeit, erklären können. Auf diese Art und Weise wurde von S i e m e n s der statistische Nachweis der Polyidie für die Epheliden erbracht.

Während man mittelst familienpathologischer Untersuchungen (hierauf fußen ja unsere Kenntnisse der meisten erblichen Leiden überhaupt) die Erblichkeit eines Leidens mit Sicherheit feststellen kann, läßt sich der Nachweis der Nichterblichkeit auf diesem Wege aber nicht erbringen. Hier hat die Zwillingspathologie ergänzend eingesetzt und in mehr als einem Fall den Beweis geliefert, daß Merkmale, die man bisher für absolut erblich gehalten hat, nicht in jedem Fall erblich zu sein brauchen. Wenn S i e m e n s also unter seinen untersuchten Zwillingen ein Paar beobachtete, von dem der eine Teil eine normale Schädelform, der andere einen Turmschädel aufwies, so muß es sich in diesem Fall um ein Merkmal handeln, das durch parakinetische Faktoren hervorgerufen worden ist. Dasselbe wurde bei der Linkshändigkeit beobachtet. Wann solche parakinetischen Faktoren eingewirkt haben, ist dabei gleichgültig, intrauterine spielen dabei eine ebenso große Rolle wie extrauterine. Wie groß die Unähnlichkeit durch modifikatorische Einflüsse werden kann, zeigt in extremster Weise die Akardie, die überhaupt nur bei E. Z. möglich ist. Es handelt sich dabei um Zwillinge, bei denen es infolge asymmetrischer Gefäßanastomosen zu ungleicher Blutversorgung kommt. Der eine Foet kann normal entwickelt sein, während der in der Ernährung Benachteiligte die verschiedensten Grade von Mißbildung aufweist. In weni-

ger ausgesprochenen Fällen ist die Diskordanz nicht so hochgradig, Marchand demonstrierte einen solchen Fall, wo durch Injektion der Plazentargefäße einige größere Aeste von der Seite des kleineren Foeten zu der des größeren verlaufend dargestellt wurden. Man kann sich die Entstehung folgendermaßen vorstellen: bei der Rückbildung des Chorion laeve bildet sich ein Zirkulationsäquator, unterbrochen von einigen Zottenbäumchen. Das Zottenwachstum kann nun in ungleicher Weise vor sich gehen, die Transfusion dieser Zotten wird entsprechend verschieden sein, und es wird der begünstigte Zwilling, der Makrokardier plethorisch, sein Herz hypertrophisch, der andere, der Mikrokadier, wird anaemisch. Bei genügender Strombreite und Asymmetrie der Gefäßanastomosen entsteht schließlich der Akardier, der von seinem Partner sogar so vollständig verdrängt werden kann, daß er zum Foetus papyraceus wird. Ungleiche Ernährung kann also bei erbgleichen Individuen die weitgehendste Verschiedenheit hervorrufen. Bei der Geburt können erhebliche Differenzen in Gewicht, Länge, Ausbildung des subkutanen Fettpolsters bestehen. Die weitere Entwicklung erfolgt dann oft so, daß, solange keine Erkrankungen auftreten, die Gewichtskurven parallel verlaufen, und die Verdoppelung des Geburtsgewichtes kann am gleichen Tag erfolgen.

Es ist in mehreren Fällen vorgekommen, daß man in Bezug auf ein von jeher als erblich bekanntem Merkmal bei homologen Zwillingen Diskordanz feststellen mußte. Diese Tatsache hat zu interessanten Aufschlüssen geführt. Wie schon bei dem Beispiel des Turmschädels angeführt, kann die phänotypisch gleiche Eigenschaft sowohl erblich als auch gelegentlich nichterblich auftreten. Außerdem kann der Fall so liegen, daß die Anlage bei beiden wohl in der gleichen Weise vorhanden ist, daß es aber zu ihrer Manifestation bestimmter parakinetischer Faktoren bedarf, die bei dem einen Zwilling dann nicht zur Auswirkung gekommen sind. Umgekehrt kann aber auch eine dominante Erbanlage durch bestimmte Außenfaktoren in ihrer Manifestation unterdrückt werden. Solche Manifestationsschwankungen dokumentieren sich als unregelmäßige Dominanz. Siemens erklärte damit einen Fall von Hexadaktylie, die nur bei dem einen der Zwillinge vorhanden war, sie fand sich gleichzeitig bei 3 entfernten Seitenverwandten. Auch bei geschlechtsgebundenen Erbanlagen kann die Manifestation von Außenfaktoren abhängig sein: Nettleshep beobachtete E. Z., von denen einer rotgrünblind war, der andere soll normalen Farbensinn gehabt haben. Manifestationsschwankungen sind schon seit langem bekannt. Wie oft kommt es vor, daß die Glieder einer Familie konstant von einem Leiden befallen werden, plötzlich wird eine Generation überschlagen. Ebenso kommt es vor, daß an einem erblichen, doppelseitig auftretenden Leiden der einzelne Betroffene nur einseitig erkrankt, (z. B. Myopie, Katarakt).

Es gibt seltene erbliche Merkmale, die eine große Paravariabilität aufweisen, es werden also einmal beide Zwillinge befallen sein, dann wieder nur einer. In einem solchen Fall bekommt man ein direktes

Maß für die Art und Richtung der Paravariabilität und ihre Reaktionsbreite. So wird z. B. der Einfluß des äußeren Lebensschicksales des Phänotypus für die Verlaufsform, die Ausbruchszeit und den Ausgang einer vererbbaren Erkrankung festgestellt, man faßt diese modifizierbaren Eigenschaften zusammen als „pathologischen Ueberbau" des Grundleidens. — Es kann sein, daß erbliche und nichterbliche Faktoren in gleichem Ausmaß mitbestimmend für eine Krankheit sind, man spricht hier direkt von der „Relativität" des Erblichkeitsbegriffes. Ueberwiegt aber der eine oder andere Einfluß, spielt Vererbung dabei überhaupt eine wesentliche Rolle, so entscheidet die Kontrolle an Z. Z. Für jedes Merkmal nämlich, das vorwiegend erblich bedingt ist, gilt die zwillingspathologische Vererbungsregel, die besagt, daß ein erbliches Leiden bei identischen Z. häufiger gemeinsam angetroffen wird als bei nichtidentischen, und bei diesen wiederum häufiger als bei Nichtgeschwistern. Denn wäre das phänotypisch gleiche Merkmal durch die Auswirkung der gleichen Umweltfaktoren bedingt, (unter denen ja sowohl E. Z. wie Z. Z. gewöhnlich leben), so müßte bei nichtidentischen Z. die Uebereinstimmung genau so häufig festzustellen sein. Bei Merkmalen nichterblicher Natur (Infektionen), ist das ja auch tatsächlich der Fall.

An dieser Stelle muß die umfassende Arbeit von Diehl-Verschuer über Zwillingstuberkulose angeführt werden. — Daß die Tbc. eine Infektionskrankheit ist, steht seit der Entdeckung Robert Kochs fest. Es werden nun weit mehr Menschen infiziert, als tatsächlich klinisch erkranken. Umwelteinflüsse (ungünstige soziale Verhältnisse, Ueberanstrengung, Pneumonokoniosen . .) sind dabei von größter Bedeutung. Man hat auch erhöhte Reaktivierung einer ruhenden Infektion im Frühjahr beobachtet (Einwirkung über das vegetative Nervensystem?), man kennt die Altersdisposition. Aber nicht alle Besonderheiten im Krankheitsverlauf lassen sich damit erklären. Bruno Lange begründet sie mit einer natürlichen individuellen Widerstandsfähigkeit. Schon immer hat bei dem Tbc.-problem die Frage der Konstitution eine Rolle gespielt. Der leptosome Habitus ist unter den Erkrankten besonders häufig vertreten, hat aber keinesfalls zwangsläufig immer etwas mit Tbc. zu tun. Der Habitus phthisicus ist wohl erst in den meisten Fällen die Folge einer älteren zirrhotischen Form der Tbc. Immerhin liegt in der individuellen Widerstandsfähigkeit für den Tbc. Ablauf ein wesentliches Moment.

Diehl und Verschuer fanden nun bei ident. Zwillingen gleiches Verhalten bei tbc. Infektion in $^2/_3$ der Fälle, bei nicht ident. Zwillingen nur in $^1/_4$ der Fälle. Sie nehmen deshalb eine spezifisch erbliche Disposition an und glauben, daß es eine oder mehrere Erbanlagen sind, die den Träger mit überdurchschnittlicher Wahrscheinlichkeit an Tbc. erkranken lassen. Die Frage des Erbganges ist dabei noch nicht geklärt. Man hat errechnet, daß ungefähr $^1/_5$ aller Menschen trotz tbc. Erbanlagen gesund bleiben wird. Praktische Folgerungen im Sinne einer negativen Eugenik

(grundsätzliches Eheverbot, Sterilisierung) dürfen bis heute aber noch nicht daraus gezogen werden.

Auch bei Merkmalen, die seit langem als paratypisch bekannt sind, ließ sich durch vergleichende Untersuchungen an E. Z. und Z. Z. eine zu mindest bestehende erbliche Disposition nachweisen. Die Familienpathologie kann wiederum in diesem Punkt garnichts aussagen. Eine gewisse erbliche Disposition liegt ja wohl sämtlchen phänotypischen Merkmalen zu Grunde, wie weit, läßt sich durch statistische Berechnungen annäherungsweise bestimmen. Eine solche Disposition besteht zum Beispiel bei den Naevi. Die recht komplizierten Verhältnisse bei den Naevi hatten sogar zu der merkwürdigen Anschauung geführt, „daß von der Mutter empfundene Eindrücke übertragen werden sollten." Unna erklärte die Naevi für hereditär oder embryonal angelegt. Leven und Meirocosky definierten überhaupt die Naevi als diffuse oder zirkumscripte Hautanomalien, die „hereditär veranlagt, zu verschiedenen Zeiten manifest werden." Siemens bestimmte nun die Anzahl, die Lokalisation und spezifische Form der Naevi und bewies ihre Unabhängigkeit von den Erbanlagen. Berechnete er aber das durchschnittliche Verhältnis zwischen der Naevuszahl des Naevusreicheren zu der des Naevusärmeren, so fand er zwischen E. Z. eine doppelt so große Korrelation als zwischen Z. Z., bei Nichtgeschwistern war sie noch kleiner. Der gewöhnliche Naevus ist also paratypischer Natur; die Leichtigkeit aber, mit der auf die heute noch unbekannte, intra- oder extrauterine, naevuserzeugende Noxe reagiert wird, ist, wenn auch in geringem Grade, erblich bedingt.

Für den endemischen Kropf hat man, und auch zu Recht, bis vor kurzem die Ursache in ungünstigen Umweltbedingungen gesehen. Daß sie es aber nicht allein sein können, bewies Siemens mit folgenden Untersuchungsergebnissen: er fand den endemischen Kropf bei E. Z. stets im gleichen Ausmaß, bei Z. Z. dagegen nur in einem Teil der Fälle, eine erbliche Komponente spielt also eine nicht unwesentliche Rolle dabei.

Durch korrelationsstatistische Methoden, einmal zwischen identischen Zwillingen, dann zwischen rechter und linker Körperhälfte angewandt, wurde, wieder von Siemens, in beiden Fällen die gleiche Korrelation festgestellt, er machte seine Versuche mit Naevi. Die gleichen Ergebnisse fanden Ganther und Poll bei ihren daktyloskopischen Untersuchungen. Interessant ist hier die Beobachtung Wilders, der entsprechende Finger bei E. Z. und bei Nichtgeschwistern untersuchte. Die Symmetrie war bei den ersteren noch größer, das bedeutet also, daß die halbe Erbmasse in sich enger variiert als die ganze.

Ist die Erblichkeit eines Leidens erwiesen, so läßt sich, genügendes Material vorausgesetzt, mit Hilfe der Zwillingspathologie auch der Vererbungsmodus feststellen. Zur Kontrolle müssen wieder Z. Z. herangezogen werden. Für jeden möglichen Vererbungsmodus läßt

sich im voraus das zu erwartende Ergebnis berechnen. Ist die Vererbung dominant, ein Elter behaftet, so werden von E. Z. 50 % beide behaftet, 50 % beide gesund sein. Von Z. Z. werden nur in 25 % der Fälle beide gesund sein, in 25 % beide behaftet und 50 % werden sich diskordant verhalten. Ist die Vererbung rezessiv, beide Eltern haben die Anlage, so sind von E. Z. 25 % beide behaftet, 75 % beide gesund, von Z. Z. sind $^1/_{16}$ Fälle beide behaftet, in $^9/_{16}$ beide gesund und bei $^6/_{16}$ ist der eine Teil gesund, der andere behaftet. Die gleichen Berechnungen kann man entsprechend für rezessiv-geschlechtsgebundene und für dominant geschlechtsbegrenzte Vererbung anstellen. In den meisten Fällen wird wohl das Vergleichsmaterial noch nicht genügend groß sein, hier greift die Familienpathologie ergänzend ein.

Bisher habe ich immer nur von körperlichen Merkmalen gesprochen, wieviel neue und weite Ausblicke ergeben sich, wenn die Untersuchungen auch auf geistige und charakterologische ausgedehnt werden. Eine Psychologie normaler Zwillinge bildet den Ausgangspunkt der Psychopathologie. Lange, Luxemburger und Schulte haben psychiatrische Serienuntersuchungen an Zwillingen angestellt. Sie fanden eine auffallende Entwicklungsparallelität bei E. Z., wie sie zum Ausdruck kommt in dem annähernd gleichen Rhythmus des Verlaufes endogener Psychosen und konstitutioneller Verstimmungen. Als Ergänzung der charakterologischen Beobachtung dient die graphologische (Saudeck und Lottich), als Grundlage der Schriftpsychologie wurden die Arbeiten von Klages verwandt. Aus dem Verhalten von E. Z. und Z. Z. läßt sich das genisch bedingte Kerngefüge des Charakters abstrahieren und beweisen, wie groß die Modifikabilität der Charakterzüge ist. Wie wertvoll diese Ergebnisse sowohl für die normale und medizinische Psychologie, die Soziologie und die Pädagogik sein können, läßt sich leicht einsehen.

Zusammenfassend können wir also über die Leistung der Zwillingsforschung sagen:

1. Sie bringt für seltene Merkmale mit großer Wahrscheinlichkeit den Beweis der Erblichkeit.
2. Sie erbringt mit Sicherheit den Nachweis der Nichterblichkeit.
3. Sie gestattet bei erblichen Merkmalen den Grad der Paravariabilität direkt zu messen.
4. Sie bringt den Nachweis der Polyidie.
5. Sie deckt die Manifestationsschwankungen auf.
6. Sie deckt die erbliche Disposition nichterblicher Merkmale auf.
7. Sie stellt den Vererbungsmodus fest.
8. Sie stellt das genisch bedingte des Charakters fest.

Die genealogische Forschung in ihren begrenzten Möglichkeiten tritt also hinter die Zwillingsforschung ziemlich zurück, da es vorerst ja auch noch nicht möglich ist, die Mendel'schen Regeln an längeren Generationen durchzuprüfen und zu differenzieren. In einer Zeit, die in einem Maß, wie es bisher noch nie geschehen ist, positive und negative Eugenik betreibt, ist die Förderung dieser Fragen von

weittragender Bedeutung. Der Psychiater, der Neurologe und Internist sind daran in erster Linie interessiert, weniger die Aerzte, die es in der Hauptsache mit exogenen Erkrankungen zu tun haben. Prophylaxe und Therapie haben sich nach den Fragen zu richten, was vererbbar ist, und wie es vererbbar ist.

II. Teil.

Aus den bisherigen Ausführungen geht hervor, wie wichtig es ist, möglichst viele Zwillinge zu erfassen und, was anfangs nicht geschehen ist, streng zwischen Z. Z. und E. Z. zu unterscheiden. Die Materialbeschaffung ist leider begrenzt, statistische Untersuchungen haben festgestellt, wie oft wir Zwillingsgeburten zu erwarten haben. Auf 80 Geburten kommt eine Zwillingsgeburt, von sämtlichen Zwillingspaaren ist aber nur ein gewisser Prozentsatz gleichgeschlechtig. Eine statistische Erhebung in Preußen von 1890—99 ergab 58 % gleichgeschlechtige Z. Rumpel kam auf Grund eines zahlenmäßig viel kleineren Materials zu 63 %. Von den gleichgeschlechtigen Z. ist weniger als die Hälfte eineiig. Weinberg kam zu dem Ergebnis, daß 20 % aller Zwillinge identisch seien.

Mit der Frage der vererblichen Anlage zu Mehrlingsgeburten haben sich viele Forscher befaßt, so Goehlert, Speyr, Nägeli, Rosenfeld... Es steht fest, daß manche Familien mehr als andere zur Hervorbringung von Mehrlingsgeburten neigen. Spricht diese Tatsache dafür, daß Vererbung dabei eine Rolle spielt, so sind andrerseits Fälle als sicher bekannt, wo in $1^1/_2$ Jahrhunderten nur einmal eine Zwillingsgeburt vorgekommen ist, die erbliche Neigung ist also nicht in jedem Fall vorhanden. Man hat auch das gehäufte Vorkommen von Mehrlingsgeburten als Entartungszeichen aufzufassen versucht. Man wies auf die Häufigkeit der Zwillingsgeburten in Adelsgeschlechtern hin, bei denen sich infolge von Inzucht auch sonst häufiger Degenerationszeichen finden. Der Fehler der Beweisführung liegt eben in der Einseitigkeit des Materials, bei der Sonderstellung der adligen Familien gibt es nur bei ihnen so weit über viele Geschlechter zurückführende Aufzeichnungen; Vergleichsstatistiken für bürgerliche Familien liegen kaum vor.

Rosenfeld zieht aus der Tatsache, daß die Entstehung von Z. Z. begründet liegt, in einer Hyperplasie der weiblichen Produktionsfähigkeit den Schluß, daß ein Einfluß des Mannes nur bei E. Z. überhaupt eine Rolle spielen kann, es müßte die vererbbare Eigenschaft des Mannes in Wirklichkeit viel seltener sein als die der Frau. Untersuchungen von Nägeli-Akerblom sind zu einem gerade gegenteiligen Resultat gekommen, Vererbbarkeit wurde nur bei Z. Z. festgestellt, und zwar ganz selten vom Vater her. Weinberg hält die Anlage zu Mehrlingsgeburten für eine rezessive Eigenschaft, die sich nach den Mendelschen Regeln vererbt. Aus Speyrs's Untersuchungen geht deutlich hervor, daß sowohl Zwillingsmutter als auch -Vater als belastet anzusehen sind, sie waren selbst Zwillingsgeschwister oder Geschwister eines Zwillingselters, stets also indirekt behaftet.

Ehen mit Belastung nur 1 Elters ergaben ungefähr zu 20 % Zwillinge, solche mit Belastung beider Eltern 23 %. Aus den Ausführungen ergibt sich nur die Tatsache, daß Vererbung eine Rolle spielt, von seiten der Mutter und auch des Vaters, in der Mehrzahl der Fälle indirekt, der Modus der Vererbungsweise ist heute aber noch nicht zu erkennen.

Bei Z. Z. war der Vater im Mittel 35,7 Jahre, die Mutter 29,5 alt, die Zwillinge fallen also in die Mitte der Fruchtbarkeitsperiode, als 3.—5. Geburt. Die Mütter E. Z. sind durchschnittlich jünger als die Z. Z., es wurden E. Z. jedoch in jedem Alter beobachtet.

Die Lebensaussichten der Zwillinge sind ungünstiger als bei andern Kindern. Einmal läßt sich eine überragende Beteiligung an den Totgeburten nachweisen, das intrauterine Absterben ist dabei bei E. Z. 3 mal so häufig wie bei Z. Z. Der Grund ist wohl in den Kreislaufverhältnissen zu suchen. Unter Frühgeburten finden sich prozentual mehr Zwillinge als unter ausgetragenen Kindern. Die Säuglingssterblichkeit wird also ebenfalls für Zwillinge größer sein, und zwar ist sie für männliche größer als für weibliche. Es gibt sich für E. Z. eine mittlere Lebensdauer von 7,7 für Z. Z. eine 8,7 Jahren. Allgemein sind natürlich die Kinder einer Mehrlingsschwangerschaft kleiner und leichter als die einer Einkindschwangerschaft. Mißbildungen werden am häufigsten bei E. Z. beobachtet. Es besteht außerdem eine partielle Sterilität bei Zwillingen.

Phylogenetisch betrachtet kann man sagen, daß beim Menschen der Uebergang zu einem uniparen Geschöpf noch nicht vollständig vollzogen ist.

Bei der Entstehung von Z. Z. nimmt man eine atavistische Hyperplasie und Hyperproduktivität des Ovars an. Entweder kommt es zum platzen mehrerer Follikel gleichzeitig, oder es platzt ein mehreiiger Follikel (abgesehen von den seltenen erwiesenen Fällen einer Nachempfängnis, Konzeption bei bestehender Schwangerschaft).

E. Z. entstammen, wie auch die Doppelmißbildungen, einem Ei. Nach der ersten Teilung der Embryonalblastomere kommt es zu einer Spaltung, die unvollkommen zu Doppelmißbildungen, vollkommen zu E. Z. führt, vorausgesetzt, daß die spaltende Kraft median einwirkt, andernfalls entstehen die parasitären Mißbildungen. Für eine solche Spaltung sprechen zahlreiche Beobachtungen an Vogel- und Fischeiern (daneben gibt es allerdings fast sichere Beobachtungen von 2 Keimscheiben nebeneinander), der eine Entstehungsmodus schließt aber den andern nicht aus. Für Spaltung der Anlage spricht die große Aehnlichkeit, auch alle Doppelmißbildungen lassen sich am besten durch Spaltung erklären. Experimentell kann man nach Hertwig Anlagen spalten. Vertreter der Verwachsungstheorie, St. Hilaire, Marchand, Schwalbe, behaupten, daß in einem Fruchthof mehrere Primitivstreifen gleichzeitig auftreten können; ihre Verwachsung soll durch Druck erfolgen und bleibt aus, wenn sich eine Amnionfalte dazwischen schiebt. Auch eine solche Verwachsung ist experimentell bewiesen worden. Die spaltende Kraft greift in der

Mehrzahl der Fälle am Kopfende an, kämen die Doppelmißbildungen durch Vereinigung zustande, so müßten wegen der Raumbeengung aneinandergewachsene Kopfteile viel häufiger sein. Der Prozeß geht vor sich, ehe sich Ektoderm in inneres und äußeres Blatt gespalten hat, er kann auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden (theoretisch).

1. Auf übermäßige Menge des Bildungsmaterials,
2. auf erbliche Anlage,
3. auf Trauma,
4. auf psychische Alteration.

Möglich und wahrscheinlich kombinieren sich die verschiedenen Faktoren. Je früher die Spaltung einsetzt, desto vollkommener ist sie.

Straßmann und Weinberg haben die Behauptung aufgestellt, daß sich E. Z. weniger gleichen als Z. Z. Auf Grund der stärkeren gegenseitigen Beeinflußung in utero sollen sich die größeren Differenzen ergeben. Andrerseits gibt es massenhaft Beobachtungen, wo eine geradezu frappierende Aehnlichkeit von Geburt an darauf hinweist, daß es sich um Individuen von der gleichen Erbmasse handeln muß. Diese widersprechenden Angaben zeigen die unbedingte Notwendigkeit, ein sicheres Kriterium der Eiigkeitsdiagnose in der Hand zu haben. Früher hat man allein auf Grund des Eihautbefundes eine sichere Diagnose zu stellen vermeint, er bildete noch die Grundlagen für die Untersuchungen Polls. Z. Z. haben ein doppeltes Chorion, ein doppeltes Amnion und 2 getrennte oder als nachträglich verwachsen erkenntliche Plazenten mit gesondertem Blutkreislauf. Die Scheidewand zwischen den beiden Fruchthöhlen besteht bei ihnen aus 4 Blättern (2 Amnien- und 2 Chorionblätter). E. Z. haben eine gemeinsame Plazenta, ein gemeinsames Chorion, aber ein doppeltes Amnion, und bei ihnen besteht die Scheidewand nur aus 2 Blättern. Es findet ein gegenseitiger Blutaustausch statt mittels oberflächlicher und tiefer Anastomosen.

Heute ist die absolute Sicherheit dieser Diagnose erschüttert, da man bei Z. Z. gelegentlich nur 1 Chorion und umgekehrt bei Z. Z., die sich ähnlicher sahen als es bei gewöhnlichen Geschwistern je vorgekommen ist, ein doppeltes Chorion gefunden hat. Außerdem läßt sich nachträglich in den seltensten Fällen ein Eihautbefund erheben, und wollte man sich allein auf diese Diagnose berufen, müßte man auf viele Untersuchungen verzichten, während schon der Laie sieht, daß sich die Zwillinge gleichen wie „ein Ei dem andern."

Moderne Forscher verlangen für das Vorhandensein von Eineiigkeit die Uebereinstimmung von mindestens 10, wenig oder gar nicht durch parakinetische Faktoren beeinflußbaren Merkmalen, eine Aehnlichkeit, die bei Z. Z. höchstens einmal als seltene Ausnahme vorkommen dürfte. Auch in solchen Fällen, in denen durch irgendeinen Umweltfaktor rein äußerlich auf den ersten Blick die Aehnlichkeit gar nicht so zwingend ist, läßt sich doch mit großer Wahrscheinlichkeit mit Hilfe solcher Testmerkmale Eineiigkeit annehmen. Die geni-

sche Uebereinstimmung, die das ganze Leben hindurch erkennbar bleibt, dokumentiert sich in der Pigmentierung, Haarform, Hautcharakter — — — — Falls auf diesem Wege bei der Diagnose gelegentlich ein Fehler unterlaufen sollte, in der großen Zahl der Untersuchungen spielt er keine Rolle und wird es um so weniger, je mehr das Material anwächst. Im Zweifelsfalle lassen sich noch beliebig weitere Vergleichsmerkmale zur Entscheidung heranziehen. Schulte schlägt neuerdings vor, den beobachteten Gegensatz zwischen der Entwicklungsparallelität und Identifizierungsfähigkeit der E. Z. einerseits und der Polarität und dem Rivalisieren der Z. Z. andrerseits als neues diagnostisches Merkmal zur Erhärtung der Eiigkeitsdiagnose heranzuziehen; eine Methode, über die heute noch keine Entscheidung möglich sein dürfte und die außerdem ein gewisses Alter der Probanden voraussetzt.

III. Teil.

Eine umfassende Untersuchung identischer Zwillinge hat nicht nur körperliche, sondern auch geistige und charakterologische Eigenschaften zu berücksichtigen. Es wäre außerdem wünschenswert, eine solche Untersuchungen nicht nur einmal vorzunehmen, da sie nur das augenblickliche Querschnittsbild ergibt, sondern die Zwillinge in ihrer Entwicklung nach beiden Richtungen hin zu verfolgen, um einen möglichst vollständigen Längsschnitt zu erhalten. Ließe sich doch dadurch gerade in anschaulicher Weise beobachten, wie die Umwelteinflüsse langsam, aber kontinuierlich das phänotypische Bild ändern. Im höheren Alter braucht ja durchaus nicht mehr die große äußerliche Aehnlichkeit zu bestehen wie anfangs, und eine Verwechslung ist in den meisten Fällen garnicht mehr möglich. Wagenseil hat z. B. einen solchen Fall veröffentlicht, die eine der Zwillingsschwestern, die ihr Leben lang als Bäuerin schwere Landarbeit geleistet hatte, wies derbe Gesichtszüge und groben Knochenbau auf. Die Schwester, die als Telefonistin auf einem Luxusdampfer tätig war, zeigte deutlich verfeinerte Züge und war graziler gebaut.

Ich führe nunmehr einen von mir untersuchten Fall an. Es handelte sich um 6-jährige Knaben, G. H. und H. H. Bei einer solchen Untersuchung geht man am besten nach folgenden Gesichtspunkten vor:

1. Diagnose der Eineiigkeit
2. Anamnese
3. Anthropologische Untersuchung
4. Klinische Untersuchung
   a) Status praesens
   b) Blutstatus
   c) Kapillarmikroskopie
   d) Röntgenuntersuchung
   e) Degenerative und neuropathische Stigmata.
5. Charakterologische Untersuchung
   a) Intelligenzprüfung
   b) Psychischer Status
      1. nach Angaben der Eltern
      2. nach eigener Beobachtung
      3. nach Angaben der Zwillinge selbst
   c) Graphologische Untersuchung.

Diagnose der Eineiigkeit.

Ueber den Eihautbefund konnte nichts in Erfahrung gebracht werden. Daß es sich um identische Z. handelte, war auf den ersten Blick zu erkennen. Jemand, der die Kinder nicht genau kennt, wird

sie dauernd verwechseln. Die Aehnlichkeitsprüfung, wie sie Poll, Siemens, v. Verschuer, Lottig.. anwenden, benutzt folgende Testmerkmale: Haupthaarfarbe und -form, Augenfarbe, Hautcharakter, Sekundärbehaarung, Hautfarbe, Lanugo, Form und Stellung der Zähne, Gesichtsbildung, Blutgruppe und Papillarmuster der Fingerbeeren.

Im vorliegenden Fall ergab sich für beide Zwillinge

Haupthaarfarbe: hellblond, hauptsächlich die dem Licht und der Luft ausgesetzten, oberflächlich liegenden Haare, die von diesen verdeckten sind leicht nachgedunkelt.

Haupthaarform: das Haar ist seidenweich, vollkommen glatt, dünn, aber dicht gewachsen.

Augenfarbe: graublau.

Hautcharakter: trocken, zart, elastisch und gut durchblutet.

Hauptfarbe: an den Wangen rosig, am bekleideten Rücken gelblich blaß. Keine Epheliden. Bei H. finden sich in der Umgebung des Nabels 2 Ekzemherde, ungefähr zweimarkstückgroß, gerötet, schuppend, trocken. Eine gleiche Stelle befindet sich in der rechten Axilla. Bei H. ist außerdem die Haut über dem Jochbein rauh und aufgesprungen. G. weist am Hinterkopf, in der Mitte von Ohr und Linea nuchae auf der linken Seite einen linsengroßen Pigmentnaevus auf.

Lanugo: findet sich in geringem Maß auf den seitlichen Wangenpartien und der Stirn, in gleicher Ausdehnung.

Form und Stellung der Zähne: regelmäßig. Bei G. sowohl als auch bei H. findet sich zwischen Schneide- und Eckzahn auf jeder Seite des Unterkiefers je eine Lücke, bei G. links ausgesprochener als rechts, ungefähr $1^1/_2$ mm breit. Im ganzen sind die Zähne von G. nicht so kräftig wie die von H.

Gesichtsbildung: kindliches Oval, unausgesprochen, angedeutete flache Fünfeckform. Das Gesicht von H. wirkt etwas voller und breiter als das von G.

Blutgruppe: 0.

Daktylogramm: Das gröbere Bild der Muster stimmt weitgehend überein.

Aus der Uebereinstimmung der Testmerkmale geht die Identität dieser Zwillinge eindeutig hervor. Die kleinen Verschiedenheiten, die nur graduelle Unterschiede anzeigen, können die Diagnose nicht in Zweifel setzen. Bei Z. Z. würde die gleiche Untersuchung in mindestens 5 der genisch bedingten Merkmale Unähnlichkeiten aufdecken.

Als geringer Unterschied ist das Ekzem bei G. anzuführen. Es bestand wohl erst seit ein paar Tagen, da die Mutter es bei der Untersuchung selbst erst zum erstenmal bemerkte. Ueber die Aetiologie konnte also auch nichts in Erfahrung gebracht werden. Früher hat die Mutter an keinem der Kinder etwas derartiges beobachten können. Es sind zahlreiche Fälle bekannt, wo beide Zwillinge von Ekzem be-

fallen waren. So beschreibt Booth Pyopagen, die gleichzeitig an Ekzem und Intertrigo litten. Orgler und Rominger sahen bei exsudativ diathetischen Kindern Unterschiede nur insofern, als die Manifestationen der Diathese zeitlich differierten; nie aber blieb der eine Zwilling vollständig verschont. Bei G. H. und H. H. hat bestimmt keine exsudative Diathese bestanden. Es ist auch nicht anzunehmen, daß es sich hier um die Manifestation einer angeborenen Allergie handelt. Das im Alter von 6 Jahren erstmalig akut auftretende Ekzem spricht eher für ein äußerliches, ursächliches Moment. Die letzte Entscheidung kann jedoch nicht mit dieser einen Untersuchung getroffen werden, der weitere Verlauf, das Verhalten von H. müßten beobachtet werden.

Während lange Zeit viele Ondontologen den Einfluß der Erbmasse für Zahnirregularitäten bestreiten wollten, ist er heute für bestimmte Anomalien erwiesen durch das konkordante Verhalten von E. Z., wie es Zeiger mehrfach untersucht hat. Die bei G. und H. in symmetrischer Weise vorhandene Lücke zeigt einen geringen Unterschied in der Größe auf. Daß die Zähne bei G. im ganzen etwas schmaler sind, hängt wohl damit zusammen, daß auch sein Gesicht schmaler ist. Trotzdem ist die Aehnlichkeit noch so groß, wie sie bei Z. Z. niemals vorkommen würde in dem Maße.

Zu dem Ergebnis der Blutgruppenuntersuchung ist nur hinzuzufügen, daß die gleichen Reaktionen auch dann zu erwarten wären, wenn stärkere Verdünnungen angewandt würden. Die Uebereinstimmung geht also über das Qualitative noch hinaus bis ins Quantitative. Die Mutter hatte die Blutgruppe O, der Vater A. Da die Eigenschaft A dominant ist, muß der Vater außerdem noch die rezessive Anlage für die Gruppe O haben.

Galton, Wilder, Leven und Poll haben eine Reihe von Zwillingspaaren daktyloskopisch untersucht. Die Tatsache, daß es nicht zwei Individuen in der Welt gibt, bei denen die Anordnung der Papillarlinien an den Fingerkuppen die gleiche ist, und daß sich diese Linien auch während des ganzen Lebens nicht ändern, benutzt man ja zur Identifizierung von Personen in der Kriminalistik. Eine Fehldiagnose wäre nicht einmal bei E. Z. möglich. Wilder stellte fest, daß die Papillarleistenmuster bei E. Z. ähnlicher sind als bei Z. Z., daß das gröbere Bild der Leistenmuster weitgehend übereinstimmt, bei den Einzelheiten aber Abweichungen vorhanden sind. Er unterscheidet verschiedene Grade der Aehnlichkeit und verlangt für den höchsten (3.) Grad Gleichheit

1. des Mustertypus,
2. der Stilart der Musterzeichnung
3. der Zahlenklasse der zur Bildung der Muster verwandten Papillarlinien. Für eine Aehnlichkeit II. Grades müssen die 1. und 2. Forderung erfüllt sein, für eine I. Grades nur die erste. Auch bei E. Z. tritt niemals an allen 10 Fingern der III. Grad der Aehnlichkeit auf, niemals der II. Grad und nicht einmal der I. An einzelnen

Fingern lassen sich jedoch oft alle 3 Grade nachweisen. Die Schwankungsbreite der Papillarmuster gehört bei Isozygoten in die gleiche Größenordnung wie die der entsprechenden Finger eines Individuum. Poll ging soweit, sogar noch in den Verschiedenheiten Verwandtschaftliches festzustellen. Daß aber überhaupt Verschiedenheiten vorhanden sind, spricht eindeutig dafür, daß die Papillarmuster nicht allein genisch bedingt sind, daß etwas auch modifikatorische Einflüsse mitgewirkt haben. Eine Aenderung der Papillarmuster findet während des Lebens nicht mehr statt, die Einwirkung muß also in einem sehr frühen Stadium erfolgen. Angelegt werden sie im 2.—3. Foetalmonat. — Lottig hat nun ein Zählsystem zusammengestellt, mit dem er die einzelnen Verschiedenheiten nach Punkten bewertete. Bei seinen Untersuchungen an 10 E. Z.-paaren errechnete er im Durchschnitt 1,2 Punkte (aus Werten, die zwischen 0 und 2,5 sich bewegten); bei Z. Z. ergaben sich 4,75 Punkte (aus Werten von 1—12 errechnet).

Vergleicht man die gleichnamigen Fingerabdrücke von G. und H., so fällt einem zuerst der Unterschied bei den rechten Zeigefingern auf. Bei H. ist eine Schleife vorhanden, bei G. zwar kein ausgesprochener Wirbel, aber doch deutlich eine Uebergangsform zum Wirbel hin. Es bestehen ja Zwischenformen zwischen Schleife und Wirbel einerseits und zwischen Bogen und Schleife andrerseits. Nach der Bewertung Lottigs zählt diese Differenz $^1/_2$ Punkt. Der rechte Ringfinger von G. zeigt eine ulnarwärts gerichtete Schleife, der von H. einen nach ulnarwärts sich zuspitzenden Wirbel, zählt 1 Punkt. Außerdem ist die Schleife des linken Zeigefingers von H. nach radial offen, bei G. umgekehrt, ergibt $^1/_2$ Punkt. Der umschließende Bogen ist im übrigen bei beiden gleich gebaut. Die übrigen Finger stimmen genügend überein, sie zeigen alle Ulnarschleifen. Die Summe der Differenzen beträgt also 2, bewegt sich damit schon in der Nähe der oberen Grenze, die Lottig für E. Z. überhaupt gefunden hat. Die Diskordanz besteht einmal am Ringfinger, 2 mal am Zeigefinger, an dem, nach Wilder, zusammen mit dem Daumen, die meisten Abweichungen angetroffen werden. Was läßt sich aus dem Befund folgern? Bei entsprechenden Fingern sind konkordant die Mustertypen, die Formen (elliptisch oder zirkulär), diese sind es, die ausschließlich genisch bedingt sind, nicht aber die Stilarten des Mustertypus (Wirbel- Bogen- Schleife) und ihre Richtung (ulnar und radial). Bei Z. Z. fand man gelegentlich die gleiche Punktzahl der Differenzen, man kann also nicht die Eiigkeitsdiagnose allein nach dem daktyloskopischen Befund stellen; wohl läßt sich die Eineiigkeit mit großer Wahrscheinlichkeit bei überdurchschnittlich hohen Zahlen ausschließen.

Die taktile Funktion der Hände hat bei den Menschen nicht mehr die Bedeutung wie bei den Tieren, die Zeichnung ist daher auch weniger ausgesprochen (mit Ausnahme der Fingerbeeren mit gut erhaltener taktiler Funktion). Das Chirogramm ist nicht so wichtig wie das Daktylogramm.

Wilder fand bei E. Z.

1. große Aehnlichkeit im Aufbau der Handlinien und -flächen,
2. besonders große Aehnlichkeit der gleichseitigen Handflächen und gleichseitigen Handliniensysteme,

er sieht auch darin ein Merkmal zur Bestimmung der Eineiigkeit.

Anamnese.

Die Neigung zu Zwillingsgeburten läßt sich sowohl in der Familie des Vaters als auch der Mutter mehrere Generationen zurückverfolgen. In der Familie des Vaters war es seine Großmutter und einer ihrer Söhne, die je einmal Zwillinge hatten; in der Familie der Mutter hatten eine Schwester und eine Kusine ihrer Mutter Zwillinge. In einem Fall waren die Zwillinge gleichgeschlechtig und sollen sich angeblich sehr ähnlich gesehen haben.

Die Zwillinge G. H. und H. H. wurden am 27. November 1927 geboren. Bei der Geburt der Kinder waren beide Eltern 26 Jahre alt. 4 Jahre vorher hatte die Mutter als 1. Kind einen gesunden Jungen geboren. Die Geburt der Zwillinge fand 1 Monat zu früh statt, nachdem die Schwangerschaft ohne Komplikationen verlaufen war. Die Geburt war ebenfalls normal. Der ältere G. wog $3^1/_2$ Pfd., der jüngere H., der $^1/_2$ Stunde später zur Welt kam, wog 3 Pfd. Ueber den Eihautbefund ließ sich nichts mehr feststellen. Entsprechend dem verfrühten Geburtstermin wiesen die Kinder noch nicht sämtliche Zeichen der Reife auf, der ganze Körper war mit Lanugohärchen bedeckt; im übrigen waren sie normal gebildet. Die Zwillinge bekamen alle 2 Stunden Frauenmilch, da sie schwächlich waren, und wurden 7 Monate gestillt. Als Beikost erhielten sie frühzeitig konzentrierte Nahrungsgemische, z. B. Plasmon, und reichlich Gemüse. Die fortlaufende Kontrolle des Geburtsgewichtes ergab, daß H., der ja bei der Geburt schon weniger als sein Bruder wog, stets hinter ihm im Gewicht zurückblieb, auch immer etwas schwächlicher war. Der Zahndurchbruch begann im 8. Monat, bei G. ungefähr 3 Wochen früher als bei H. und erfolgte ohne irgendwelche Störungen. G. lernte mit 13 Monaten laufen, während H. in dieser Zeit allein eine Lungenentzündung durchmachte, die ihn in seiner Entwicklung aufhielt. Die Krankheit dauerte 4 Wochen, er lief mit 15 Monaten. Mit Sprechen fingen die Kinder ganz gleichzeitig an, ungefähr mit 1 Jahr. Im Alter von $2^1/_2$ Jahren hatten beide Masern, gleich schwer, ohne Komplikationen und von gleicher Dauer. Als Zufallsbefund wurde bei ihnen bei einer ärztlichen Untersuchung eine leichte rachitische Knochenveränderung festgestellt (Pectus carinatum?) sie bekamen beide einige Wochen Vigantol. G. hat öfters leichte Anginen mit mäßigen oder subfebrilen Temperaturen. Erkältungen werden stets von beiden gleichzeitig und in gleicher Schwere durchgemacht. Gleichzeitig brachten sie auch aus dem Kindergarten einen infektiösen Bindehautkatarrh mit nach Hause, der bei beiden nach 14 Tagen geheilt war. Sonst waren die Kinder nie ernstlich krank.

Anthropologische Untersuchung.

Die Feststellung der anthropologischen Maße hat eigentlich für 6-jährige Kinder nur einen relativen Wert, denn im Entwicklungsalter ist es zuweilen sehr schwer, oft unmöglich, einen bestimmten Körperbautypus zu diagnostizieren. Der Untersuchung wurde das körperliche Konstitutionsschema von Kretschmer zu Grunde gelegt.

Zahlen siehe Tabelle.

Die Kopfform ist bei beiden hoch, das Gesicht oval, das Profil uncharakteristisch, kindlich hypoplastisch. Der frontale Gesichtsumriß zeigt angedeutet eine flache Fünfeckform. Die Stirne ist hoch, das Mittelgesicht mittelhoch, das Kinn ausgeprägt. Bei beiden ist die Nase leicht konkav, der Nasenrücken mittelbreit. Die Knochen sind übereinstimmend grazil, der Schultergürtel überstehend, das Muskelrelief mäßig hervorspringend. Der Brustkorb ist von mittlerer Tiefe. Das Fettpolster ist mäßig ausgebildet, der Bauch leicht ptotisch. Die Körperhaltung ist straff.

Wollte man bei den Kindern von einem bestimmten Körpertypus sprechen, so müßte man ihn als asthenisch bezeichnen. G. ist größer als H., wiegt ja auch mehr, ist in der Schulter schmäler, im übrigen sind die Maße entweder übereinstimmend oder differieren nur um ein geringes entsprechend den Körpergrößen. Um die Resultate einzelner Untersuchungen miteinander vergleichen zu können, hat v. Verschuer eine einfache Methode angegeben. Für jedes Maß wird von den zwei gefundenen Werten der Mittelwert errechnet, die Abweichung von dem Mittelwert wird in Prozenten des Mittelwertes angegeben. Die errechnete Zahl gibt die durchschnittliche prozentuale Abweichung an. Lottig hat eine solche Berechnung für 10 E. Z. durchgeführt, aus den jeweiligen 10 Werten für die durchschnittliche, prozentuale Abweichung errechnete er die mittlere prozentuale Abweichung. Bei vollkommen übereinstimmenden Maßen sind diese Werte = O und werden größer, je unähnlicher die Zwillinge sich werden. Die Zahlen für die mittlere prozentuale Abweichung bewegten sich bei E. Z. zwischen 0,45 und 3,24, bei Z. Z. zwischen 6,2 und 0,81. Viel größeres Material ist in dieser Hinsicht von Weitz und v. Verschuer bearbeitet worden. Sowohl die großen als auch die kleinen Statistiken lassen deutlich erkennen, daß in fast allen Maßen die mittlere prozentuale Abweichung bei den Z. Z. größer ist als bei den E. Z., und das um so häufiger, je größer das Material ist. Man kann heute noch keine direkten Schlüsse auf die Modifikationsbreite der einzelnen Maße ziehen, man wird erst eine systematische Zusammenstellung sämtlicher untersuchter Fälle abwarten müssen.

Unter Lottigs 10 Probanden findet sich ein interessantes Paar, das eine ebenso große Abweichung in sämtlichen Maßen aufweist wie Z. Z. auch. Der eine der Brüder hat ein kombiniertes Mitralvitium, er stellt einen reinen Typus von Asthenie dar, während sein Bruder

vorwiegend athletisch, mit geringem leptosomem Einschlag, ist. Es ist anzunehmen, daß sich dieser Unterschied in der weiteren Entwicklung, die Brüder waren z. Z. der Untersuchung 13 Jahre alt, nicht mehr ausgleichen wird, und damit ist eine modifikatorisch bedingte Asthenie erwiesen.

In der Tabelle, in der die anthropologischen Maße von G. und H. verzeichnet sind, finden sich in den beiden folgenden Rubriken die Mittelwerte und die durchschnittlichen prozentualen Abweichungen eingetragen. Die Zahlen bewegen sich zwischen 0 (für sagittalen, frontalen und vertikalen Durchmesser des Kopfes, für Jochbogenbreite, Unterkieferwinkelbreite, Nasenlänge und -breite) und 2,22 (bezog sich auf den Hüftumfang), also in relativ engen Grenzen. Für sämtliche Körpermaße ergibt sich eine mittlere prozentuale Abweichung von 0,73. Das gleiche, was für die einzelnen Maße gilt, trifft auch für ihre Indizes zu (siehe Tabelle). Die durchschnittliche prozentuale Indexabweichung beträgt maximal für G. und H. 1,94 (den Brustschulterindex betreffend). Die mittlere Indexabweichung der E. Z. Lottigs bewegte sich zwischen 0,29 und 2,27, der Z. Z. zwischen 0,63 und 2,47.

Klinische Untersuchung.

Die klinische Untersuchung der Zwillinge ergab bei ihnen so ähnliche Befunde, daß die Ergebnisse für beide gemeinsam angegeben werden können.

Die 6-jährigen Knaben sind mager, dabei kräftig, der Knochenbau ist grazil. Die Haut und die sichtbaren Schleimhäute sind gut durchblutet.

Kopf: Die Nervenaustrittsstellen sind nicht druckschmerzhaft, bei beiden ist die Nase schlecht durchgängig und enthält viel eitriges Sekret.

Hals: Die Tonsillen sind mittelgroß, die Schleimhaut ist blaßrot, die Zunge wenig gefältelt, der Würgreflex leicht auslösbar. Die Milchzähne sind vollzählig vorhanden und in Ordnung. Von außen sind keine vergrößerten Drüsen palpabel.

Brust: Der Thorax ist mitteltief, symmetrisch, der Rippenverlauf mäßig steil, der epigastrische Winkel ist kleiner als ein Rechter. Die Supra- und Infraklavikulargegend ist bei beiden etwas eingefallen. Die Atemexkursionen sind ergiebig, es bleibt keine Seite bei der Atmung zurück.

Lunge: Die Grenzen sind normal, um 3 Querfinger verschieblich. Ueber beiden Lungen lauter Lungenklopfschall und auskultatorisch Vesikuläratmen. Bei H. hört man rechts hinten oben, etwas auch links, mittelblasige, nicht klingende Rasselgeräusche, Giemen und Pfeifen.

Herz: Die Perkussion ergibt ein schmales, steiles Herz innerhalb der normalen Grenzen, die Herztöne sind rein.

Bauch: Die Bauchdecken, unter dem Thoraxniveau gelegen, sind weich und leicht eindrückbar. Nirgends ist eine Druckempfindlichkeit

oder abnorme Resistenz zu tasten. Die Milz ist nicht zu tasten, die Lebergrenze verläuft 1/2 Querfinger unterhalb des Rippenbogens.

Extremitäten: o. B.

Nervensystem: Die Haut- und Sehnenreflexe sind leicht auslösbar, bei H. findet sich angedeutet ein positiver Babinski. Die Pupillen reagieren auf Licht und Konvergenz. Kein Dermographismus.

Gefäßsystem: Puls mittlere Qualitäten,
RR bei G. 95/45.
bei H. 110/75.

Blutstatus: für G., Hämoglobin 74 %, Erythrocyten 4.310.000, Leukozyten 14.500, davon

Stabkernige	8 %
Segmentkernige	52 %
Eosinophile	5 %
Monozyten	11 %
Lymphozyten	24 %

Färbeindex = 0,86.

für H., Hämoglobin 76 %,
Erythrozyten 4.600.000, Leukozyten 16.000, davon

Stabkernige	6 %
Segmentkernige	39 %
Eosinophile	5 %
Monozyten	14 %
Lymphozyten	35 %

Färbeindex = 0,82.

Harn: Eiweiß —, Zucker —, im Sediment keine pathologischen Bestandteile.

Kapillarmikroskopie siehe Beilage.

Zum Schluß der Untersuchung wurden Röntgenbilder aufgenommen von den linken Händen, von der Wirbelsäule und dem Becken. Degenerative und neuropathische Stigmata waren nicht vorhanden.

Die Kinder, die sich normal entwickelt haben, sind beide vollständig gesund. Der Ernährungszustand ist sehr mäßig. Die klinische Untersuchung weist einen Unterschied im Lungenbefund auf. H. hatte sich am Tage vor der Untersuchung erkältet und hustete viel, daher die bronchitischen Geräusche. Vielleicht wird G. in kurzer Zeit denselben Befund geboten haben. Mit der akuten Bronchitis wird auch das abweichende Blutbild von H. zusammenhängen. Zu Anfang der Untersuchung waren die Kinder ziemlich aufgeregt, und da der Gefäßtonus auch durch psychische Erregung beeinflußt wird, sind die Blutdruckwerte nicht genau, man müßte sie öfters kontrollieren.

Rein morphologisch degenerative Stigmata (bei G. und H. waren keine vorhanden), stimmen bei E. Z. nicht immer überein. Das gleiche gilt von neuropathischen, kardiovaskulären und vegetativen Stigmata. Trotzdem fällt die überwiegende Konkordanz bei E. Z. im Gegensatz zu den Befunden bei Z. Z. auf. Dieses Verhältnis verschiebt sich aber bei der Berücksichtigung psychopathischer Reaktionen, mehr und

mehr zeigt sich auch bei identischen Z. diskordantes Verhalten, wie auch bei G. und H. (ich komme später bei der charakterologischen Untersuchung ausführlicher auf diesen Punkt zu sprechen), entsprechend den klinischen Erfahrungen über Psychopathien, die als Reaktion auf ein psychisches Trauma aufgetreten sind, also mehr oder weniger exogen bedingt. Wie weit dabei die Disposition genisch bedingt ist, müssen erst größere Serienuntersuchungen ergeben.

Die Form der Nagelfalzkapillaren ist ein Kriterium für die Konstitution und den Entwicklungszustand des betreffenden Individuums. Die Kapillarmikroskopie wurde zuerst von Hueter und Lombard, in Deutschland von O. Müller klinisch angewandt; neuere Untersuchungen stammen von Jaensch, Wittneben und Hoepfner. Normalerweise steigen in der Papillarschicht des Coriums die Hautkapillaren haarnadelförmig auf, je eine Schlinge in eine Papille. Die Schlinge besteht aus einem aufsteigenden feineren arteriellen und einem absteigenden stärkeren venösen Schenkel. Sie steht in Verbindung mit dem subpapillaren Netz. Diese Form, Neostufe bezeichnet, entwickelt sich im Laufe der ersten 2—4 Lebensjahre. Bei der Geburt ist ein flaches, rankenförmiges „Primitivnetz" vorhanden, die Archistufe. Durch unregelmäßiges Aufsteigen einzelner Kapillaren geht aus ihr die Mesoform hervor, die, wenn sich die Kapillareen strecken, zur Neoform wird. Im Einzelfall braucht keine Beziehung zwischen Intelligenzstufe und Vorkommen von ausgesprochenen „Säuglingskapillaren" jenseits des 2.—4. Lebensjahres zu bestehen. Die Häufigkeit ihres Vorkommens in den Hilfsschulen steigt jedoch gegenüber dem in den Normalschulen um ein Vielfaches.

Jaensch faßt das Vorkommen von Archiformen als eine Hemmung gesunder Erbmasse auf, die erfolgreich zu therapieren ist, ein geeignetes Wirkungsfeld positiver Eugenik. Es stellt ein Stigma extremster Variation dar, und zwar im Sinne einer Minusvariante. Ganz gesunde Individuen, die Archiformen aufweisen, sind wahrscheinlich Träger rezessiver Erbfaktoren. Hier wäre dann das erstemal der morphologische Nachweis rezessiver Erbfaktoren am Lebenden erbracht.

Hört die Wirkung der Hemmungsnoxe auf, so hat der Körper das Bestreben, die unterbrochene Entwicklung fortzusetzen, entweder produziert er innerhalb der gleichen Entwicklungsstufe eine größere Zahl von Kapillaren, oder er versucht die Hemmungsformen zu korrigieren im Sinne einer Streckung. Es entstehen die Produktiv- oder Korrekturformen. Durch Einsprengungen von Archi- oder Mesokapillaren in eine Neostruktur entsteht die „Heteronomie" des Kapillarbildes (Mehrschichtigkeit).

Die Form der Nagelfalzkapillaren ist, wie experimentell nachgewiesen ist, weitgehend abhängig von äußeren Einflüssen (Streckung von Hemmungsformen durch Schilddrüsenpräparate, Entstehung von Neoproduktivformen durch einseitige Fleischnahrung, durch Uebersonnung, während vegetabilische Nahrung die Neoform streckt).

Die Frage nach der erblichen Bedingtheit der Kapillarformen läßt sich nun wieder am besten an Hand von Zwillingsbeobachtungen erörtern. Bisher sind solche Untersuchungen noch wenig ausgeführt worden (Mayer-Hirt, Hübener, Lottig). Es wurde dabei hauptsächlich geachtet auf die beiden häufigsten und wichtigsten Formen der Störung, die archikapilläre Hemmung als morphologische Variante und die Neoproduktivform als funktionelle Variante, (O. Müller spricht von Vasoneuroseform). Nicht ganz im Einklang mit den Feststellungen von Jaensch ergab sich für die archikapilläre Hemmung eine überwiegend genotypische Bedingtheit, von dem, allerdings noch kleinen Material, verhielten sich die E. Z. konkordant, alle Z. Z. diskordant. Das gleiche Resultat ergab sich für die Vasoneuroseform.

Die Untersuchung von G. u. H. wurde mittelst einer Lupe (60fache Vergrößerung) vorgenommen am linken Ringfinger. Die Form der Kapillaren stimmt bei beiden vollständig überein. Es handelt sich um eine leicht spastisch veränderte Neostruktion, eine funktionelle Variante, wie sie leicht aus der Idealform entsteht durch Stauung, Erwärmung oder andersartige Gefäßerweiterung und reversibel ist. Um die Kapillaren deutlicher zu machen, war vor der Untersuchung der Nagelfalz etwas beschnitten worden, hier beruhte also die Gefäßerweiterung wahrscheinlich auf entzündlicher Hyperämie.

Die Mutter der Kinder glaubte bemerkt zu haben, daß ein Unterschied in der Beweglichkeit des Daumens der linken Hand vorhanden sei, deshalb wurde eine Röntgenaufnahme von dieser Hand gemacht. Objektiv waren die Exkursionen im Karpo-metakarpalgelenk I nach allen Seiten gleich weit möglich. Der Röntgenbefund (siehe Beilage) zeigt bei G. 7 Handwurzelknochenkerne, bei H. nur 6.

Die Entwicklung der Handwurzelknochen tritt gegenüber der aller andern Knochen der oberen Extremität verspätet ein. Zur Zeit der Geburt sind noch alle knorplig angelegt. Jeder verknöchert von einem Ossifikationszentrum aus, seltener von 2 Zentren. Die Ossifikation der einzelnen Knochen erfolgt (nach Köhler) für das Os capitatum, hamatum, triquetrum und lunatum vor dem 6. Lebensjahr, für das Os naviculare im 6. Lebensjahr (Beginn des 5. — Ende des 7. Jahres), für das Os multangulum majus und minus im 6. Jahr (Mitte des 6. — Beginn des 7. Jahres), für das Os pisiforme im 11. Jahr (Ende des 9. — Ende des 12. Jahres).

Der Handumfang links betrug für G. 13,75, für H. 13,23, die Hand ist im ganzen etwas kräftiger bei G. Bei beiden fehlt natürlich noch der Knochenkern für das Os pisiforme, bei H. fehlt der Kern für das Os multangulum minus. Vergleicht man die vorhandenen Knochen, so sieht man, daß die Form und Lage zueinander außerordentlich ähnlich sind. In Bezug auf die entwicklungsgeschichtlich zuerst angelegten Knochenkerne ist festzustellen, daß in der Größe kaum eine Differenz besteht (Os capitatum, hamatum, triquetrum), sie beginnt bei dem Lunatum und wird bei dem Navikulare und Os

multangulum majus in steigendem Maße sichtbar. Das Os naviculare von H. beträgt nur ungefähr $^2/_3$ des Naviculare von G., das Os multangulum majus die Hälfte beinahe. Der Abstand zwischen den beiden letztgenannten Knochen ist bei H. entsprechend größer. Dieser Befund ist so zu deuten, daß bei dem Auftreten der Knochenkerne außer der erblichen Komponente modifikatorische Einflüsse eine wesentliche Rolle spielen. Die Zeitdifferenz zwischen dem Auftreten ist geradezu ein Maß für die Paravariabilität, deren Grenze aber wiederum nur durch größere Serienuntersuchungen nach oben hin festgelegt werden kann. Die Größenunterschiede der anderen Handwurzelknochen legen die Vermutung nahe, daß auch sie zu verschiedenen Zeiten aufgetreten sind. Es wäre interessant zu verfolgen, wann bei H. die Ossifikation des Os multangulum minus beginnt, und ob sich die gleiche Diskordanz bei der Ossifikation des Pisiforme zeigt. Die Entwicklung der Knochenkerne ist allgemein wichtig für die Beurteilung des normalen Wachstums, der Funktion der Wachstumshormone und des Mineralstoffwechsels. H. ist von Geburt an im Gewicht und in der Größe hinter seinem Bruder zurückgeblieben, er war und ist schwächlicher als G. Er allein bekam die Lungenentzündung, er lernte auch 2 Monate später laufen Die einfachste Erklärung ist die, daß alle diese Erscheinungen einer deutlichen, wenn auch geringen Verzögerung in der Entwicklung auf ein und dieselbe Ursache zurückzuführen sind. Die Ursache muß schon vor der Geburt eingewirkt haben, und es wäre leicht denkbar, daß durch die erwähnten asymmetrischen Gefäßanastomosen eine ungleiche Ernährung erfolgte, die sich heute noch auswirkt.

Bei oberflächlicher Betrachtung der Wirbelsäule entspricht nur etwa ein Drittel der Fälle der Norm, bei genauerer Untersuchung ist jedoch keine Wirbelsäule der andern gleich. Von der Norm zur Variabilität besteht ein kontinuierlicher Uebergang. Die Variation betrifft die Anzahl der Wirbel, den Charakter und Entwicklungsgrad der Rippen, regionale Spezifität usw. Ueber Vorkommen, Häufigkeit, Art und Lokalisation der Wirbelsäulenvarietäten geben uns am ausführlichsten Auskunft die Arbeiten von K ü h n. Er unterscheidet zwei Variationstypen.

1. den kranialen,
2. den kaudalen Typ, d. h.

im 1. Fall ist die Regionengrenze nach oben, im 2. Fall nach unten verschoben. K ü h n konnte nun nachweisen, daß sich nicht die einzelne Varietät als solche vererbt, sondern ein bestimmter Entwicklungsvorgang, die Tendenz zur Grenzverschiebung, und zwar dominiert die Tendenz „kopfwärts" (kranialer Typ) über die Tendenz „steißwärts" (kaudaler Typ). Mit ganz seltenen Ausnahmen findet sich an einer Wirbelsäule stets die gleiche Richtung der Variation an verschiedenen Stellen. Ausprägungsgrad, Häufung und Charakter der Variation können z. T. durch den Gensatz des Individuums erklärt werden, so zeigen homozygote Individuen größere Häufigkeit

und stärkere Ausprägung der Variation als heterozygote. Im übrigen erklärt Fischer die Variationen mit der Erscheinung der „Penetranz" (andere Forscher sprechen von Manifestationsschwankungen). Die Ausprägung eines genisch bedingten Merkmals kann entweder abhängig sein von einem anderen Gen oder von äußeren Einflüssen. Den letzten Grund muß man annehmen, um die Befunde an erbgleichen Z. zu erklären. Die Richtung der Variation wurde bei ihnen natürlich stets gleich gefunden, nicht aber ihre Lokalisation und der Ausprägungsgrad, also die Penetranz. Bei der Auswertung der Röntgenbefunde hat man in erster Linie auf die Uebergangsregionen zu achten.

Eine Grenzverschiebung findet sich bei G. und H. in keiner der Uebergangszonen. Die Anzahl der Wirbel ist bei beiden die gleiche. In der thorakolumbalen Region fällt auf der Unterschied in der Länge der 12. Rippen. Er besteht nicht nur bei den entsprechenden Rippen von G. und H., sondern auch in der rechten und linken Seite. Bei G. ist die 12. Rippe auf der linken Seite um 1 cm kürzer als rechts. Bei H. ist sie umgekehrt rechts kürzer, die Differenz beträgt ungefähr $^1/_2$ cm. Die beiden längeren Rippen differieren um $^1/_2$ cm, die beiden kürzeren um $^3/_4$ cm. Der Winkel, den die Rippen einschließen, ist gleich groß.

Bei beiden Z. ist der 25. Wirbel der 1. Kreuzbeinwirbel. Die Ausbildung des Processus transversus der 5. Lendenwirbel erscheint schwächer als die der 4. Lendenwirbel, wie es normaler Weise der Fall ist. Die kraniale Grenze des Os sacrum ist scharf, es besteht kein lumbosacraler Uebergangswirbel. Die aus den verschmolzenen Querfortsätzen entstandene Pars lateralis ladet bei G. etwas weiter seitlich aus und ist auf beiden Seiten symmetrisch angelegt, in gleicher Ausbildung ist lateral ein Einschnitt der Massa lateralis vorhanden. Dieser Einschnitt ist auf der linken Seite bei H. gerade angedeutet, rechts gar nicht vorhanden, sodaß dadurch eine gewisse Asymetrie hervorgerufen wird.

Die Prüfung der Intelligenz wurde nach den Tests von Binet-Simon vorgenommen. Beide Zwillinge führten die Aufgaben, die man von einem 6jährigen Kind erwarten muß, richtig aus und lösten z. T. die Aufgaben für 7-jährige. Bemerkenswert ist, daß die Prüfung zu einer Zeit ausgeführt wurde, in der die Kinder durch eine längere Bahnfahrt und mehrstündiges Untersuchen offensichtlich ermüdet waren. H. zeigte sich ruhiger und besonnener und daher intelligenter. Der Intelligenzquotient ist, da man für das Intelligenzalter $6^3/_4$ ansetzen kann und das Lebensalter genau $6^1/_4$ betrug, etwas größer als 1: = 1,08.

Charakteristik nach Angaben der Mutter:

Die Kinder sind „ein Herz und eine Seele" gewesen und unzertrennlich. Es sind ausgesprochen heitere Naturen, lustig und lebhaft, zu Dummheiten und Streichen aufgelegt. Sie haben viel Sinn für Humor. Wenn man ihnen ruhig und freundlich entgegenkommt,

sind sie leicht zu lenken, werden sie mit Strenge behandelt, können sie jedoch außerordentlich jähzornig werden. Bei G., der dabei der Aufgeregtere ist, kann es zu direkten Wutanfällen kommen. Sie fassen leicht und schnell auf, haben viel Phantasie und lassen sich gerne Märchen und Geschichten erzählen. Sie verkleiden sich oft und schauspielern mit Geschick. Sie sind musikalisch, singen und pfeifen 2-stimmig. Unter andern Kindern sind sie anschlußbereit, haben viele Freunde und gehen ganz aus sich heraus. Sie sind mitteilsam, unternehmungslustig, zeigen nie Angst, turnen gerne. Es besteht großes Interesse für die Kleidung, sie würden niemals unordentliche oder beschmutzte Sachen anziehen und, trotzdem sie ganz die gleichen Kleider haben, dürfen diese nur ja nicht verwechselt werden. Beim Essen sind sie wählerisch, sie essen schlecht, besonders G. H. ist praktischer veranlagt,, er ist realistischer und zeigt die größere Ausdauer. G., der nachdenklicher ist, gibt an, was H. dann ausführt. G. spielt ausgesprochen den Anführer. Beide sind durch Stimmungen beeinflußbar, aber nie lange traurig. G. ist sensibler als H., er ist oft verträumt und erinnert sich noch an Ereignisse aus einer Zeit, als er selbst 2 Jahre alt war. Er hat dabei die nebensächlichsten Kleinigkeiten im Gedächtnis behalten. Als G. 3 Jahre alt war, sah er im Kino ein Märchen (Rotkäppchen), er verfolgte alles mit größter Spannung und regte sich derartig auf, daß er in der folgenden Nacht anfing zu schreien und laut um Hilfe rief. Als die Mutter kam, lag er starr im Bett, in Schweiß gebadet, angeblich war er nicht bei Bewußtsein. Seit dieser Zeit ist er schreckhaft geworden, abends kann er nicht einschlafen, hat Angst und schläft manchmal schlecht. Die Schreianfälle haben sich noch ein paar mal wiederholt, ungefähr 2 mal im Jahr, und zwar fallen sie stets in eine Zeit, in der G. durch Erkältungen oder leichte Temperaturschwankungen in seinem Allgemeinzustand etwas widerstandsloser ist. H. weint und schreit natürlich aus Gesellschaft mit, fängt aber nie damit an.

Eindruck bei der Untersuchung:

Die Kinder zeigen sich anfänglich scheu und verlegen, von dem Untersucher nehmen sie keine Notiz und halten sich möglichst an die Mutter. Bald aber werden sie zutraulicher, sehen interessiert die fremde Umgebung an und wollen über alles Auskunft haben, was mit ihnen geschieht. Sie kommen sich allmählich stolz und wichtig vor, müssen alles sehen und möglichst betasten, sind dabei nie vorlaut. Sie machen einen aufgeweckten und intelligenten Eindruck. Als ihnen Blut aus der Vene entnommen werden soll, werden sie beim Anblick der Spritze plötzlich aufgeregt, fangen an zu weinen, verstecken sich und halten die Arme krampfhaft auf den Rücken. G. hatte angefangen, durch gutes Zureden wird es nur noch schlimmer, sie schreien laut und werfen sich auf die Erde. Es ist einfach nicht möglich, eine Blutsenkungsprobe auszuführen. Als sie merken, daß man von der Untersuchung Abstand nehmen will, sind sie schnell wieder beruhigt.

Eine Charakteristik nach eigenen Angaben kommt natürlich in diesem Alter nicht in Frage, ebenfalls fällt die graphologische Untersuchung aus.

Die Ergebnisse einer charakterologischen Untersuchung von Kindern unter 16 Jahren sind wenig brauchbar. Die kindlich unausgesprochenen Charakterzüge zeigen für den Außenstehenden noch keine Verschiedenheiten, wohl aber sind sie für die Eltern deutlich vorhanden. Das Unterschiedliche fällt ihnen mehr auf als das Gemeinsame und wurde von der Mutter charakteristischer Weise zuerst genannt.

Es bedurfte schon einer gewissen Vorurteilslosigkeit, das geistige und seelische Gepräge eines Menschen entsprechend den somatischen Eigenschaften auf die Auswirkung einer Erbanlage zurückzuführen. Und doch unterliegen beide den gleichen biologischen Gesetzmäßigkeiten. Galton machte schon die Beobachtung, daß unähnliche Zwillinge, auch wenn sie im gleichen Milieu aufwuchsen und unter den gleichen Lebensbedingungen standen, in ihrem Wesen ungleich waren und blieben. Seine ähnlichen Zwillinge, auch wenn sie frühzeitig getrennt wurden, zeigten die größte Uebereinstimmung in ihrem charakterlichen Verhalten, z. B. in der Art der Erledigung entscheidender Konflikte, in der Reaktionsart auf psychische Traumen, in der Richtung ihrer sozialen Entwicklung, nach aufwärts, abwärts oder in der gleichen Ebene verlaufend. Man wird seltener Z. zur Untersuchung bekommen können, die nicht gemeinsam aufgewachsen sind, gerade bei ihnen ließe sich am schönsten das, dem Verhalten und eigenen Wesen zugrunde liegende gemeinsame Substrat herausschälen.

Für die Intelligenzprüfung sind Schulzeugnisse schlecht zu verwerten, sie sind mit zuviel Fehlerquellen belastet, auch bei ihnen war Konkordanz häufiger festzustellen bei E. Z. als bei Z. Z. Objektiver sind die Methoden von Binet-Simon und der Rohrschach'sche Formdeuteversuch. Allerdings prüft man hiermit hauptsächlich die Leistung der Intelligenz, die nebenbei abhängig ist von Ermüdung, Aengstlichkeit, gutem Willen ... (Situationsgebundenheit). Die Leistung ist praktisch wichtig für Berufsmöglichkeiten und Eignungen, sagt aber nichts aus über die Grundelemente der seelischen Aeußerungen. Die Beobachtung des charakterlichen Verhaltens scheint vorläufig noch der exakteste Untersuchungsweg zu sein. Der Charakter ist etwas komplexes, er macht die Gesamtpersönlichkeit aus, von der Gefühls- und Willensweite her betrachtet. Er entwickelt sich aus der Konstellation und Konstitution (Kretschmer). In dem Titel von Kretschmers Buch „Körperbau und Charakter" liegt bereits die Auslegung dieser Beziehung, die enge Abhängigkeit des Charakters von dem Körperbau. Die gleichen Schlußfolgerungen lassen sich ziehen aus dem Titel des Buches von Lange „Verbrechen und Schicksal".

Eine systematische Untersuchung des Charakters bedingt die Zergliederung des Charakters in seine Aufbaubestandteile. Klages unterscheidet in seinen „Prinzipien der Charakterologie" 3 große Gruppen, den Stoff, die Artung und das Gefüge. Der Stoff enthält allgemein die Anlagen, den Vorstellungsinhalt, die Aufnahmefähigkeit, das Gedächtnis. Unter Artung versteht er die Richtungsgrößen, Triebfedern, Interessen, sie bestimmt die sthenische oder asthenische Art des Erlebens. Das Gefüge umfaßt die Ablaufsformen des seelischen Geschehens, die Geschwindigkeit, die Stimmungseinflüsse, bestimmt durch das Temperament. Die Einreihung der charakterologischen Eigenschaften von G. und H. unter diesen Gesichtspunkten hat sich folgendermaßen zu vollziehen (eine ausführliche Wertung lohnt sich nicht).

Stoff: leichte Auffassung, gutes Gedächtnis, Musikalität, Humor, Aufgeschlossenheit, Ordnungssinn, Geweckтheit, Phantasie.

Artung: Anschlußbereitschaft, Sportinteresse, Unternehmungslust, Sinn für saubere Kleidung.

Gefüge: Lebhaftigkeit, Stimmungsbereitschaft, Aeußerungsbedürfnis, heiteres Temperament, Nervosität von G., seine Empfindlichkeit, Aufgeregtheit, Verträumtheit.

Reine Diskordanz hat sich bisher in keiner der 3 Rubriken nachweisen lassen. Benutzt man die zwillingsbiologische Vererbungsregel bei Serienuntersuchungen, so kann man zusammenfassend sagen, für alle 3 charakterologischen Bereiche überwiegt das genisch bedingte, im weitesten Maße gilt das für den Stoff, hier ist die Modifikabilität am geringsten. Die Artung weist etwas größere Diskordanz auf, das Gefüge schon erhebliche Diskordanz, aber nie so weitgehend wie bei Z. Z. Das Gefüge stellt den kompliziertesten Bestandteil des Charakters dar, die nervösen Reaktionen, seine Energie und Widerstandskraft. Diese sind demnach weitgehend modifizierbar; es ergibt sich hieraus die Möglichkeit und Notwendigkeit einer Psychotherapie, Erziehbarkeit und Beeinflußbarkeit.

Der einzige Unterschied zwischen G. und H. bezog sich auf das Gefüge, auf die psychopathische Reaktion von G. und bestätigt das Resultat anderer Beobachtungen.

E. Z. vermögen sich im Gegensatz zu Z. Z. weitgehend miteinander zu identifizieren. Aeußerlich zwar sieht man in den meisten Fällen eine Rollenverteilung in Führer und Geführten (G. ist hier der Anführer), nicht auf Grund des vielleicht vorhandenen und dann nur geringen Intelligenzunterschiedes, sondern bestimmt durch das Gefüge. Die Identifizierung bezieht sich auf umweltunabhängige, psychische Funktionen, auf produktive Leistungen. Schulte berichtet von einem Brüderpaar, die sich lange deshalb nicht vertragen konnte, weil sie stets das peinliche Gefühl hatten, daß der eine über den andern zu gut Bescheid wüßte. Sie haben sich über wesentliche Dinge nie ausgesprochen in dem Bewußtsein, „daß der andere ja doch alles weiß". Es besteht oft ein gegenseitiges Verantwortungsgefühl. Auch

wenn die E. Z. in bewußter Abkehr voneinander leben, sobald der eine Teil von einem dritten angegriffen wird, nimmt der andere ihn selbstverständlich und stillschweigend in Schutz. In der Schule macht man bei Z. Z. die Beobachtung, daß sie wetteifern, wer den andern überflügelt. E. Z. wollen die Gleichheit wahren.

Affektlabile Stimmungsmenschen können, wenn auch räumlich getrennt, seelische Störungen und Disharmonien eines anderen „mitfühlen." Vorausgesetzt ist eine starke seelische Bindung, wie sie gelegentlich Mütter zu einzelnen ihrer Kinder haben. Aehnlich haben auch E. Z. durch eine unbestimmte Unruhe deutlich gefühlt, daß mit dem andern „irgendetwas nicht in Ordnung war." Diese Erwägungen führen direkt zu den Fragen der „telepathischen", „parapsychischen" Funktionen, zu den Phänomenen des Gedankenlesens, der Gedankenübertragung. v. Verschuer hat nach eingehender Untersuchung an 10 Paaren E. Z. diese Frage im negativen Sinn beantworten müssen, entgegen den Vermutungen Hellpachs „daß in der Stiftung mitseelischer Beziehungen direkte psychenergetische Kräfte auf bisher unbekannten Fortpflanzungswegen eine Rolle spielen."

Bei der Untersuchung von G. H. und H. H. ist kein neues, überraschendes Ergebnis herausgekommen. Sie hat nur das bestätigen können, was viele Untersucher an viel größerem Material bereits festgestellt hatten.

Grobe Abweichungen gegenüber anderen und untereinander wiesen sie nicht auf, und überall da, wo Unähnlichkeiten festzustellen waren, ließ sich das diskordante Verhalten erklären:

1. durch Nichterblichkeit dieses Merkmals, hervorgerufen durch differente Umwelteinflüsse (Infektion).

2. durch Paravariabilität (Unterschiede der Ossifikation der Handwurzelknochen, der Wirbelsäule . . .).

Die Differenzen bewegten sich innerhalb der früher festgelegten Grenzen der Reaktionsbreite.

Tabelle der Indizes.

	G	H	M	D
Längenbreitenindex des Schädels	85,3	85,3	85,3	0
Pignets Index	83,0	80,5	81,75	1,52
Brustschulterindex	45,4	47,2	46,3	1,94
Mittlerer Brustumfang in Prozenten der Körperlänge	45,7	46,1	45,9	0,43

M = Mittelwert

D = durchschnittliche prozentuale Indexabweichung.

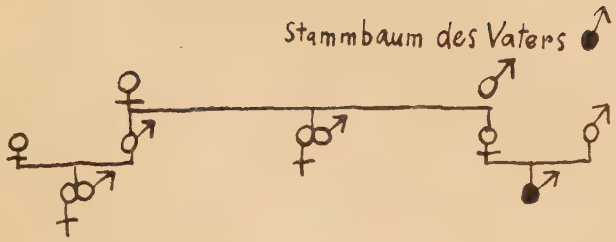
Tabelle der anthropologischen Maße.

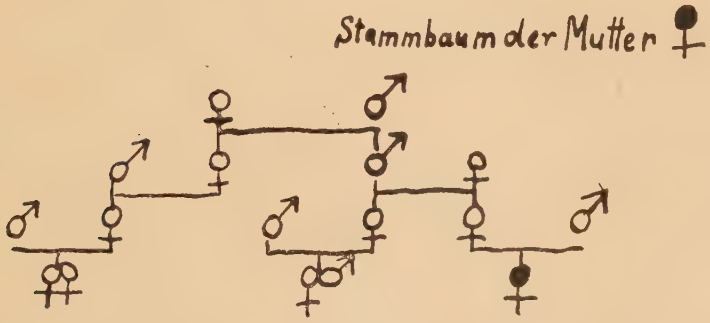
	G	H	M	D
Körpergröße	118	115	116,5	1,29
Körpergewicht	19,0	18,5	18,75	1,32
Beinlänge, rechts	56	55	55,5	0,90
Armlänge, rechts	48,5	49	48,75	0,51
Schulterbreite	24,5	25	24,75	1,01
Beckenbreite	19,75	19,5	19,63	0,63
Brustumfang	54	53	53,5	0,93
Bauchumfang	51	50	50,5	0,99
Hüftumfang	56	53,5	54,75	2,22
Kopflänge	17	17	17	0
Kopfbreite	14,5	14,5	14,5	0
Kopfhöhe	17,5	17,5	17,5	0
Schädelumfang	50,5	49,5	50,0	1,00
Umfang des linken Vorderarms	16	15,5	15,75	1,59
Umfang der linken Hand	13,75	13,25	13,5	1,85
Umfang der linken Wade	20,5	20,5	20,5	0
Gesichtshöhe	9,75	10,0	9,88	1,21
Jochbogenbreite	11,5	11,5	11,5	0
Unterkieferwinkelbreite	8,75	8,75	8,75	0
Nasenlänge	4	4	4	0
Nasenbreite	2,5	2,5	2,5	0

M = Mittelwert.

D = durchschnittliche prozentuale Abweichung.

Die mittlere prozentuale Abweichung aus den durchschnittlichen beträgt 0,73.





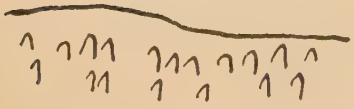
Es sind nur die Familienmitglieder berücksichtigt, die direkt und indirekt zu Zwillingen führen.

Handwurzelknochen von G.

Handwurzelknochen von H.

Die Form der Nagelfalzkapillaren:

von G.



von H.

Thorakolumbale Region

H.

G.

H.

G.

Lumbo - sacrale Region

Literatur:

Ahlfeld: Beitrag zur Lehre von den Zwillingen. Arch. f. Gyn. 1876. 9, 196.

Bohnenkamp: Ueber Zwillingspathologie.

Burkard: Gleichzeitige und gleichartige Geschwulstbildung in der linken Brustdrüse bei Zwillingsschwestern. Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie 1922. 169, 166.

Campbell: Zwillingsirresein und induziertes Irresein. Inaug. Diss. Leipzig 1902.

Cassouble: Verschiedener Ausfall der Wassermannschen Reaktion bei Zwillingen. Berl. Klin. Wochenschr. 1913. 935.

Elmiger: Beiträge zum Irresein bei Zwillingen. Psychiatr. neurol. Wochenschr. 1910/11. 12.

Fischer: Genetik und Stammesgeschichte der menschl. Wirbelsäule. Biol. Zentralbl. 53, 1933.

Fleischer: Ueber Verhütung erblicher Augenleiden. Münchener med. Wochenschr. 1934, 1.

Ganther: Die Muster der Papillarleisten der Palmae bei ident. Zwillingen, ein Beitrag zur klin. Zwillingsforschung. Inaug. Diss. Freiburg 1923.

Graf: Vererbungslehre und Erbgesundheitspflege.

Halliday-Croom: Adenocarcinom des Uterus zugleich mit Myom bei Zwillingsschwestern. Zentralbl. f. Gynäk. 1913, Nr. 3.

Heller: Eine vergleichende Untersuchung des Stoffwechsels bei einem Zwillingspaar. Zeitschr. für Kinderheilkunde 1918; 18, 159.

Herfeldt: Zur Kasuistik des Irreseins bei Zwillingen. Allg. Zeitschr. f. Psychiatrie u. psych.-gerichtl. Med. 1900. 57, 25.

Herrmann: Epileptische Anfälle mit typischer, vollständig gleichartiger Symptomatologie bei Zwillingen. Med. Klinik 1919, 1028.

Jaensch: Methode und prakt. Grundlagen einer Kapillarmikroskop. Reifungskontrolle bei Kindern. Sonderdruck aus Kinderärztl. Praxis. 5. Jahrg. Heft 2/3.

Kühn: Die Vererbung der Variationen der menschl. Wirbelsäule. Zeitschr. für Morphol. und Anthrop. Bd. 30, 1932.

Laible: Ueber ungleiche eineiige Zwillinge (Dem.). Münchener med. Wochenschr. 1919. 140.

Lange: Untersuchung über 13 eineiige Zwillinge. Deutsches Aerztebl. Nr. 24, 1923.

Lottig: Hamburger Zwillingsstudien. J. A. Barth. Leipzig 1934.

Lommel: Zwillinge (Dem.) Berlin. klin. Wochenschr. 1912. 234.

Marchand: Zwei ungleiche eineiige Zwillinge (Dem.). Münchener med. Wochenschr. 1919, 140.

Meyer: Zur Biologie der Zwillinge. Diss. Berlin 1917.

Münch: Ueber Anisometropie bei eineiige Zwillingen. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1922. 58, 824.

Nägele: Beschreibung eines Falles von Zwitterbildung bei einem Zwillingspaar. Meckels Archiv f. Physiologie. 1819. 5, 136.

Nesensohn: Eine Beobachtung von Verknöcherung der großen Fontanelle bei Zwillingen. Inaug. Diss. Tübingen 1857.

Nürnberger: Nachempfängnis und Vererbungsfragen bei der Erzeugung rassendifferenter Zwillinge. Arch. f. Gynäk. 1914. 102, 40.

Orgler: Beobachtungen an Zwillingen. Monatszeitschr. f. Kinderheilk. 1910. 9, 170.

Otto und Stachowitz: Abriß der Vererbungslehre und Rassenkunde.

Poll: Ueber Zwillingsforschung als Hilfsmittel menschlicher Erbkunde. Zeitschr. f. Ethnologie. 1914. 46, 87.
Reiche: Das Wachstum der Zwillingskinder. Zeitschr. f. Kinderheilk. 1915. 13.
Reinhardt: Ein Fall von Situs inversus totalis bei Zwillingen (Rekruten). Dtsch. militärärzt. Zeitschr. 1912. 41.
Rohr: Ueber eineiige Zwillinge. Zeitschr. f. Kinderheilk. 1920. 26, 304.
Derselbe: Ernährungstör. gleichartigen Verlaufs bei eineiigen Zwillingen. Dtsch. med. Wochenschr. 1923. 916.
Rosenfeld: Zur Frage der vererbl. Anlage zu Mehrlingsgeburten. Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäk. 1903. 50.
Rumpe: Ueber einige Unterschiede zwischen eineiigen und zweieiigen Zwillingen. Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäk. 1891. 22.
Rumpel: Ueber ident. Mißbildungen, besonders Hypospadie bei eineiigen Zwillingen. Ueber die Entstehung und morphologische Bedeutung des Frenulum praeputii. Zugleich ein Beitrag zur Frage nach der ersten Entstehung und dem Wiederverschwinden erblicher Mißbildungen. Frankf. Zeitschr. für Pathologie 1921. 25, 53.
Ruppin: Die Zwillings- und Drillingsgeburten in Preußen im letzten Jahrzehnt. Dtsch. med. Wochenschr. 190. 661.
Siemens: Die Zwillingspathologie. Springer, Berlin 1924.
Siemens und Hunold: Zwillingspathol. Untersuchungen der Mundhöhle. Arch. f. Dermatol. u. Syphilis. 1924.
Siemens: Ueber die Bedeutung der Erbanlagen für die Entstehung der Muttermäler. Arch. für Dermatol. u. Syphilis. 1924.
Derselbe: Grundzüge der Vererbungslehre, Rassenhygiene und Bevölkerungspolitik. Lehmann, München. 1933.
Schiff: Ueber das serologische Verhalten eines Paares eineiiger Zwillinge. Berlin. klin. Wochenschr. 1914. 1405.
v. Speyr: Die mehrfachen Geburten in ihren erblichen Beziehungen. Diss. Basel 1894.
Stiefler: Demonstration eines Zwillingspaares mit angebor. spastischer Paraparese der Beine. Wiener klin. Wochenschr. 1920. 73.
Schulte: Die Zwillingsgemeinschaft (bei eineiigen und zweieiigen Paaren.) Die Mediz. Welt 7, 1934.
Thomas: Ueber homologe Zwillinge. Inaug. Diss. Marburg 1919.
v. Verschuer: Anthroposometrische Zwillingsuntersuchungen. Dtsch. Aerzteblatt 1933. 23.
Diehl u. v. Verschuer: Zwillingstuberkulose, Zwillingsforschung und erbliche Tbc. disposition. Fischer, Jena 1933.
Weitz: Ueber die Vererbung von Nervenleiden und inneren Erkrankungen. Med. Welt 1934. 9.
Wilder: Palmes and soles. Americ. journ. of anatom. I. Nr. 4.
Wiegmann: Membrana pupillaris persistens bei einem Zwillingspaar. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1909. 8. 592.
Wimberger: Eineiige Zwillinge. Zeitschr. f. Kinderheilk. 1921. 30.
Wolffson: Ueber ein Zwillingspaar mit angeb. gleichen Gaumendefekten. Dtsch. Monatszeitschr. f. Zahnheilk. 1901. 19, 479.

Lebenslauf.

Am 9. Februar 1908 wurde ich als Tochter des Oberlehrers Dr. Karl Sallmann in Köln geboren. Ich besuchte die Volksschule 4 Jahre in Remscheid, dann das Lyzeum in Remscheid bis zur 1. Klasse, war $1^1/_2$ Jahre in der Städt. Oberrealschule und $1^1/_2$ Jahre im Lyzeum der Oberrealschulrichtung in Koblenz, wo ich 1928 die Reifeprüfung ablegte.

Das medizinische Studium führte mich zu den Universitäten Tübingen, Kiel (dort machte ich Ostern 1931 das Physikum), Marburg, Innsbruck und Marburg, wo ich am 14. Januar 1935 das Staatsexamen bestand.

Meine akademischen Lehrer waren:

in Tübingen: Gerlach, Gaupp, Harms, Heidenhain, Lehmann, Meisenheimer, Oertel, Stolte.

in Kiel: Benninghoff, Diehls, Görttler, Höber, Netter, Spanner.

in Innsbruck: Jarisch, Krainz, Kumer, Lang, Lode, Meixner, Ranzi, Steyrer, Zacherl.

in Marburg: Baur, Boeminghaus, Brock, Eimer, Enke, Freudenberg, Göppert, Grüter, Kehrer, Klapp, Klewitz, Kretschmer, Naujocks, Neumann, Pfannenstiel. Ruete, Wiedhopf, Versé.

Zum Schlusse sei mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Boeminghaus, für die Ueberlassung der Arbeit meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.